

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

TRAITEMENT DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

AVIS INFORMANT LE DEPOSANT DE LA
COMMUNICATION DE LA DEMANDE
INTERNATIONALE AUX OFFICES DESIGNES

(règle 47.1.c), première phrase, du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

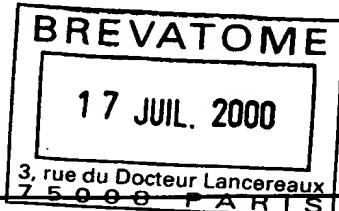
SIGNORE, Robert

Brevatome

3, rue du Docteur Lancereaux

F-75008 Paris

FRANCE



Date d'expédition (jour/mois/année)

06 juillet 2000 (06.07.00)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire

B 13159.3 RS

AVIS IMPORTANT

Demande internationale no

PCT/FR99/03220

Date du dépôt international (jour/mois/année)

21 décembre 1999 (21.12.99)

Date de priorité (jour/mois/année)

23 décembre 1998 (23.12.98)

Déposant

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE etc

1. Il est notifié par la présente qu'à la date indiquée ci-dessus comme date d'expédition de cet avis, le Bureau international a communiqué, comme le prévoit l'article 20, la demande internationale aux offices désignés suivants:

US

Conformément à la règle 47.1.c), troisième phrase, ces offices acceptent le présent avis comme preuve déterminante du fait que la communication de la demande internationale a bien eu lieu à la date d'expédition indiquée plus haut, et le déposant n'est pas tenu de remettre de copie de la demande internationale à l'office ou aux offices désignés.

2. Les offices désignés suivants ont renoncé à l'exigence selon laquelle cette communication doit être effectuée à cette date:

EP

La communication sera effectuée seulement sur demande de ces offices. De plus, le déposant n'est pas tenu de remettre de copie de la demande internationale aux offices en question (règle 49.1)a-bis)).

3. Le présent avis est accompagné d'une copie de la demande internationale publiée par le Bureau international le 06 juillet 2000 (06.07.00) sous le numéro WO 00/39939

RAPPEL CONCERNANT LE CHAPITRE II (article 31.2)a) et règle 54.2)

Si le déposant souhaite reporter l'ouverture de la phase nationale jusqu'à 30 mois (ou plus pour ce qui concerne certains offices) à compter de la date de priorité, la demande d'examen préliminaire international doit être présentée à l'administration compétente chargée de l'examen préliminaire international avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité.

Il appartient exclusivement au déposant de veiller au respect du délai de 19 mois.

Il est à noter que seul un déposant qui est ressortissant d'un Etat contractant du PCT lié par le chapitre II ou qui y a son domicile peut présenter une demande d'examen préliminaire international.

RAPPEL CONCERNANT L'OUVERTURE DE LA PHASE NATIONALE (article 22 ou 39.1))

Si le déposant souhaite que la demande internationale procède en phase nationale, il doit, dans le délai de 20 mois ou de 30 mois, ou plus pour ce qui concerne certains offices, accomplir les actes mentionnés dans ces dispositions auprès de chaque office désigné ou élu.

Pour d'autres informations importantes concernant les délais et les actes à accomplir pour l'ouverture de la phase nationale, voir l'annexe du formulaire PCT/IB/301 (Notification de la réception de l'exemplaire original) et le volume II du Guide du déposant du PCT.

Bureau international de l'OMPI
34, chemin des Colombettes
1211 Genève 20, Suisse

no de télecopieur (41-22) 740.14.35

Fonctionnaire autorisé

J. Zahra

no de téléphone (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USC)

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

**NOTIFICATION RELATIVE
A LA PRESENTATION OU A LA TRANSMISSION
DU DOCUMENT DE PRIORITE**
(instruction administrative 411 du PCT)

Expéditeur : le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

SIGNORE, Robert
Brevatome
3, rue Du Docteur Lancereaux
F-75008 Paris
FRANCE

Date d'expédition (jour/mois/année) 28 janvier 2000 (28.01.00)	NOTIFICATION IMPORTANTE
Référence du dossier du déposant ou du mandataire B 13159.3 RS	Date du dépôt international (jour/mois/année) 21 décembre 1999 (21.12.99)
Demande internationale no PCT/FR99/03220	Date de priorité (jour/mois/année) 23 décembre 1998 (23.12.98)
Date de publication internationale (jour/mois/année) Pas encore publiée	
<p>Déposant COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE etc</p>	

1. La date de réception (sauf lorsque les lettres "NR" figurent dans la colonne de droite) par le Bureau international du ou des documents de priorité correspondant à la ou aux demandes énumérées ci-après est notifiée au déposant. Sauf indication contraire consistant en un astérisque figurant à côté d'une date de réception, ou les lettres "NR", dans la colonne de droite, le document de priorité en question a été présenté ou transmis au Bureau international d'une manière conforme à la règle 17.1.a) ou b).
2. Ce formulaire met à jour et remplace toute notification relative à la présentation ou à la transmission du document de priorité qui a été envoyée précédemment.
3. Un astérisque(*) figurant à côté d'une date de réception dans la colonne de droite signale un document de priorité présenté ou transmis au Bureau international mais de manière non conforme à la règle 17.1.a) ou b). Dans ce cas, l'attention du déposant est appelée sur la règle 17.1.c) qui stipule qu'aucun office désigné ne peut décider de ne pas tenir compte de la revendication de priorité avant d'avoir donné au déposant la possibilité de remettre le document de priorité dans un délai raisonnable en l'espèce.
4. Les lettres "NR" figurant dans la colonne de droite signalent un document de priorité que le Bureau international n'a pas reçu ou que le déposant n'a pas demandé à l'office récepteur de préparer et de transmettre au Bureau international, conformément à la règle 17.1.a) ou b), respectivement. Dans ce cas, l'attention du déposant est appelée sur la règle 17.1.c) qui stipule qu'aucun office désigné ne peut décider de ne pas tenir compte de la revendication de priorité avant d'avoir donné au déposant la possibilité de remettre le document de priorité dans un délai raisonnable en l'espèce.

<u>Date de priorité</u>	<u>Demande de priorité n°</u>	<u>Pays, office régional ou office récepteur selon le PCT</u>	<u>Date de réception du document de priorité</u>
23 déce 1998 (23.12.98) 98/16316		FR	07 janv 2000 (07.01.00)

Bureau international de l'OMPI 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse no de télécopieur (41-22) 740.14.35	Fonctionnaire autorisé: Margret Fourne-Godbersen no de téléphone (41-22) 338.83.38 
---	---

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**PROCEDE DE RECEPTION DE SIGNAUX
A ETALEMENT DE SPECTRE AVEC CORRECTION DE DECALAGE EN
FREQUENCE**

5

DESCRIPTION

Domaine technique

La présente invention a pour objet un procédé de réception de signaux à étalement de spectre avec 10 correction de décalage en fréquence. Elle trouve une application dans les transmissions numériques.

L'invention permet de corriger les effets dus à des décalages intempestifs en fréquence, quelle que soit l'origine de ces décalages. Le plus souvent, il 15 s'agira d'un effet Doppler lié à la vitesse de déplacement du récepteur. Mais il pourrait s'agir aussi d'effets dus à un décalage en fréquence des oscillateurs locaux. Dans la description qui suit, on supposera que l'effet à corriger est un effet Doppler, 20 sans que la portée de l'invention en soit réduite pour autant à ce cas.

Etat de la technique antérieure

De nombreuses publications ont été faites sur la 25 correction d'effet Doppler. On peut citer, par exemple, le brevet US-A-5 007 068 ainsi que l'article correspondant de M. K. SIMON et D. DIVSALAR intitulé « Doppler-Corrected Differential Detection of MPSK », publié dans la revue « IEEE Transactions on 30 Communications », vol. 37, n° 2, Février 1989, pages 99 - 109. Ces documents décrivent une technique dans laquelle le décalage Doppler est déterminé sur une moitié de la période symbole. Le récepteur utilise pour

cela deux circuits à retard d'une demi-période chacun, et un circuit d'estimation de l'effet Doppler connecté entre les deux circuits à retard. La correction s'effectue ensuite sur le signal démodulé habituel.

5 Cette technique est utilisable pour des modulations du type modulation de phase différentielle multiple (en abrégé MDPSK pour « M-ary Differential Phase Shift Keing »), mais n'est pas applicable aux transmissions à étalement de spectre où chaque symbole
10 est multiplié par une séquence pseudo-aléatoire.

15 L'article de F. D. NATALI, intitulé « AFC Tracking Algorithms », publié dans la revue « IEEE Transactions on Communications, vol. COM-32, n° 8, Août 1984, pages 935 -947, décrit une technique dans laquelle on forme des préambules constitués de symboles connus, avant la transmission de l'information utile. On contrôle automatiquement la fréquence de travail (« Automatic Frequency Control » ou AFC) par une structure en boucle.

20 Cette technique n'est pas adaptée au cas où l'on transmet des blocs d'informations séparés par des blancs.

On peut citer encore, comme techniques de correction :

25 - l'utilisation de la double détection, qui s'affranchit de l'effet Doppler par un codage approprié (US-A-4 481 640) ;

30 - l'utilisation du principe du mélange de fréquence dans la partie radio des récepteurs (US-A-4 706 286) ;

 - l'utilisation d'une boucle à verrouillage de phase (PLL) dans la partie radio (US-A-4 841 544) ;

- l'utilisation d'un mode dual avec débit accru (US-A-5 623 485).

Ces techniques sont en général onéreuses et complexes et ne tirent pas le meilleur parti des 5 avantages de l'étalement de spectre, ni du traitement numérique des signaux. Le but de la présente invention est justement de remédier à ces inconvénients en proposant un procédé qui traite les signaux en bande de base (et non les signaux dans la partie radio) et qui 10 est bien adapté au traitement numérique.

Le document EP-A-0 822 668 décrit un récepteur pour signaux à étalement de spectre dans lequel la correction d'effet Doppler est effectuée sur le signal en bande de base.

15

Exposé de l'invention

De façon précise, l'invention a pour objet un procédé de réception de signaux à étalement de spectre avec correction de décalage en fréquence, dans lequel :

20 - on reçoit un signal comprenant un préambule formé d'une suite de symboles connus étalés en fréquence par une séquence pseudo-aléatoire, puis une suite de symboles d'information étalés en fréquence par ladite séquence pseudo-aléatoire,

25 - on forme un signal en bande de base à partir du signal reçu,

- on effectue une corrélation entre le signal en bande de base et la séquence pseudo-aléatoire au moins dans la partie du signal correspondant aux symboles d'information pour obtenir un signal de corrélation,

30

- on effectue une démodulation du signal de corrélation pour obtenir un signal de démodulation,

- on restitue les symboles d'information,

5 procédé dans lequel la correction de décalage en fréquence comprend les étapes suivantes :

10 a.dans une première étape, on traite le signal de démodulation dans la partie correspondant au préambule, pour estimer la période de la modulation affectant ce signal en raison du décalage en fréquence et on élabore un signal correcteur ayant cette période estimée,

15 b.dans une seconde étape, on corrige le signal avant ou après corrélation dans la partie correspondant aux symboles d'information, à l'aide dudit signal correcteur,

ce procédé étant caractérisé en ce que :

- on divise le signal en bande de base en deux composantes, une première composante (I) et une seconde composante (Q) en quadrature avec la première et on effectue une corrélation sur chacune de ces composantes pour obtenir deux composantes de corrélation CORR(I) et CORR(Q),
- on calcule un signal DOT qui est la somme de deux produits directs d'échantillons successifs des composantes de corrélation, et un signal CROSS qui est la différence de deux produits croisés d'échantillons successifs des composantes de corrélation,
- pour estimer la période (T) de la modulation, on calcule le rapport entre un signal CROSS et un signal DOT à chaque période symbole, on calcule l'arc dont la tangente est égale à ce

rapport, on calcule l'inverse de cet arc et on multiplie par $\pi N/2$.

Brève description des dessins

- 5 - la figure 1 rappelle la structure générale d'un récepteur de signaux à étalement de spectre ;
- la figure 2 montre un signal de corrélation correspondant à un signal non affecté par l'effet Doppler ;
- 10 - la figure 3 montre ce même signal affecté d'un léger effet Doppler ;
- la figure 4 montre ce même signal mais avec un fort effet Doppler ;
- la figure 5 illustre la modulation sinusoïdale affectant un signal de corrélation du fait de l'effet Doppler et montre la période T de cette modulation ;
- 15 - la figure 6 est un schéma synoptique montrant l'estimation de la modulation Doppler à partir des signaux de démodulation DOT et CROSS ;
- la figure 7 illustre un mode de réalisation d'un bloc d'estimation de la période de modulation et de formation du signal de correction de l'effet Doppler ;
- 20 - la figure 8 illustre un mode de réalisation d'un circuit de correction de l'effet Doppler ;
- les figures 9A et 9B montrent un signal de corrélation avant et après correction pour la voie I ;
- 25 - les figures 10A et 10B montrent un signal de corrélation avant et après correction pour la voie Q ;

- les figures 11A et 11B montrent un signal de corrélation avant et après correction sur la voie I, avec du bruit gaussien ;
- 5 - les figures 12A et 12B montrent un signal de corrélation avant et après correction sur la voie Q, avec du bruit gaussien ;
- la figure 13 illustre schématiquement la structure d'un récepteur à suppression parallèle d'interférences et à pondération, 10 avec correction de l'effet Doppler selon l'invention ;
- la figure 14 montre les variations du taux d'erreur de bits en fonction du rapport signal sur bruit et permet de comparer les performances d'un récepteur selon l'invention 15 avec d'autres récepteurs de types connus.

Exposé de modes particuliers de réalisation

La figure 1 rappelle la structure générale d'un récepteur de signaux à étalement de spectre par séquence directe. A titre d'exemple, on suppose que la modulation effectuée à l'émission est une modulation différentielle de phase. Le récepteur comprend des moyens non représentés comme une antenne et des moyens 20 pour passer en bande de base, c'est-à-dire pour multiplier le signal reçu par un signal ayant la fréquence de la porteuse. Le récepteur comporte de manière générale deux voies en parallèle, repérées par des indices I et Q, pour le traitement d'un signal en 25 phase avec la porteuse et d'un signal en quadrature de phase avec celle-ci. Le récepteur représenté comprend ainsi deux entrées E(I), E(Q), deux convertisseurs analogique-numérique CAN(I), CAN(Q), deux circuits 30

F(I), F(Q) délivrant deux signaux CORR(I) et CORR(Q), un circuit DD de démodulation différentielle délivrant deux signaux traditionnellement notés « DOT » et « CROSS » (qui sont des sommes ou des différences de produits d'échantillons en sortie de corrélation), un circuit Inf/H restituant un signal d'information S_{inf} et un signal d'horloge S_H, et enfin un circuit de décision D dont la sortie S restitue les données d.

Les circuits F(I), F(Q) réalisent une opération de corrélation entre le signal reçu et la séquence pseudo-aléatoire utilisée à l'émission. Cette opération consiste à mémoriser un certain nombre d'échantillons successifs et à effectuer une somme pondérée à l'aide de coefficients qui sont les coefficients de l'étalement de spectre à séquence directe. Ces coefficients sont égaux à +1 et à -1, selon le signe des chips formant la séquence pseudo-aléatoire.

Les convertisseurs analogique-numérique CAN(I) et CAN(Q) fonctionnent à la fréquence $n_e F_c$ où F_c est la fréquence des chips ($F_c = 1/T_c$), et n_e est le nombre d'échantillons pris dans une période chip (T_c). Pour simplifier l'exposé, on supposera que l'on prend un échantillon par chip. Les signaux de corrélation CORR(I) et CORR(Q) contiennent un pic de corrélation par durée de symbole.

Quant aux signaux DOT et CROSS délivrés par le circuit de démodulation DD, on rappelle qu'il s'agit, pour le premier, de la somme $I_k I_{k-1} + Q_k Q_{k-1}$ et pour le second, de la différence $Q_k I_{k-1} - I_k Q_{k-1}$, où I_k et Q_k désignent les échantillons de corrélation de rang k pour les voies I et Q, le rang correspondant à une période symbole (I_k correspond à CORR(I_k) et Q_k à CORR(Q_k)).

La figure 2 montre la suite des pics de corrélation dans le cas idéal d'un préambule constitué de données binaires toutes égales à +1, la transmission n'étant pas affectée par un effet Doppler. La figure 2 5 concerne aussi bien la voie I que la voie Q. En abscisses figure le temps compté en période chips. Les pics sont écartés les uns des autres de N chips. Dans le cas illustré, N = 31. Tous les pics sont de même amplitude, dans ce cas idéal, non bruité.

10 La figure 3 illustre le même cas, mais avec un léger effet Doppler, tandis que la figure 4 illustre le cas d'un fort effet Doppler. Le décalage en fréquence dû à l'effet Doppler se traduit par un décalage de phase du signal traité et par une modulation parasite 15 du signal de corrélation.

La figure 5 reprend, de manière plus précise, cette question et montre la modulation liée à la perturbation, avec sa demi-période notée T, qui est la durée (comptée en nombre de chips) séparant deux 20 extrema successifs. La période totale de la modulation parasite est donc égale à 2T. Le procédé de la présente invention permet de corriger cette modulation parasite. Selon l'invention, on procède en deux temps : tout 25 d'abord, on mesure la durée T, (ou son double 2T) ce qui permet d'élaborer un signal de correction ; ensuite, on corrige les signaux par ledit signal de correction.

Pour estimer la durée T (ou 2T), on utilise selon l'invention les signaux de corrélation sous leurs 30 formes DOT et CROSS.

Pour effectuer la correction, on peut agir soit sur les signaux incidents, soit sur les signaux de corrélation. Il existe donc plusieurs variantes

possibles qui sont illustrées sur les figures 6 à 8. Sur ces figures, les notations sont légèrement modifiées par rapport à celles de la figure 1, en ce sens que les signaux avant traitement portent un indice 5 « dop », pour signifier qu'ils sont affectés d'un effet Doppler, les signaux après traitement étant débarrassés de cet indice.

Sur la figure 6, le circuit d'estimation de l'effet Doppler EST_{dop} traite les signaux de 10 démodulation $DOT_{dop}(I)$ et/ou $CROSS_{dop}(Q)$. La correction s'effectue soit sur I_{dop} et Q_{dop} , soit sur $CORR_{dop}(I)$ et $CORR_{dop}(Q)$, dans le circuit CC_{dop} .

Pour déterminer la période T illustrée sur la figure 5 (ou $2T$), on utilise les propriétés des signaux 15 à traiter. On peut considérer, en effet, que les signaux de corrélation correspondant à un préambule sont formés des échantillons d'une cosinusoïde et d'une sinusoïde de demi-période T , échantillonnées tous les kN chips (cf figure 5). On peut donc écrire :

20

$$CORR_{dop}(I_k) = P \cdot \cos(\pi kN/2T) \quad (1)$$

$$CORR_{dop}(Q_k) = P \cdot \sin(\pi kN/2T) \quad (2)$$

25 où P est une amplitude.

Après démodulation différentielle, on obtient les signaux DOT et CROSS suivants :

30 $DOT_{dop}(k) = CORR_{dop}(I_k) \cdot CORR_{dop}(I_{k-1}) + CORR_{dop}(Q_k) \cdot CORR_{dop}(Q_{k-1}) \quad (3)$

$$CROSS_{dop}(k) = CORR_{dop}(Q_k) \cdot CORR_{dop}(I_{k-1}) - CORR_{dop}(I_k) \cdot CORR_{dop}(Q_{k-1}) \quad (4)$$

10

En remplaçant dans (3), (4) les quantités par leurs valeurs données par (1) et (2) et compte tenu des propriétés des fonctions trigonométriques, on trouve :

$$5 \quad \text{DOT}_{\text{dop}}(k) = P^2 \cdot \cos(\pi N/2T) \quad (5)$$

$$\text{CROSS}_{\text{dop}}(k) = P^2 \cdot \sin(\pi N/2T) \quad (6)$$

On voit que les deux quantités DOT_{dop} et $\text{CROSS}_{\text{dop}}$
10 sont indépendantes du rang k du symbole de préambule.
En faisant le rapport de ces quantités, on forme la tangente de l'angle $\pi N/2T$ d'où l'on peut extraire l'angle et la valeur de T :

$$15 \quad T = \frac{\pi N/2}{\text{arctg}\left(\frac{\text{CROSS}_{\text{dop}}(k)}{\text{DOT}_{\text{dop}}(k)}\right)} \quad (7)$$

où $\text{arctg}(\cdot)$ signifie « arc dont la tangente est égale à (\cdot) (en notation anglo-saxonne : \tan^{-1})».

Le circuit d'estimation de l'effet Doppler EST_{dop}
20 de la figure 6 est donc simplement un circuit comprenant un diviseur des signaux $A = \text{CROSS}_{\text{dop}}$ et $B = \text{DOT}_{\text{dop}}$, un circuit de calcul de $\text{arctg}\left(\frac{A}{B}\right)$, un inverseur et un moltiplicateur par $N\pi/2$. Connaissant T , il reste à engendrer un signal de correction dont une
25 composante C_c est en cosinus et l'autre C_s en sinus :

$$C_c = \cos(\pi x/2T) \quad (8)$$

$$C_s = \sin(\pi x/2T) \quad (9)$$

Un tel signal est engendré par un générateur à deux sorties en quadrature.

On peut modifier ce calcul en prenant une suite 5 d'échantillons pondérés et calculer :

$$T = \frac{\pi N / 2}{\operatorname{arctg} \left[\frac{(1 - \alpha) \sum_{k=0}^{\infty} \alpha^k \text{CROSS}_{\text{dop}}(k)}{(1 - \alpha) \sum_{k=0}^{\infty} \alpha^k \text{DOT}_{\text{dop}}(k)} \right]} \quad (10)$$

De façon plus générale encore, on améliore 10 l'estimation de T en procédant à un filtrage passe-bas des signaux DOT_{dop} et $\text{CROSS}_{\text{dop}}$, soit avec $A = f(\text{CROSS}_{\text{dop}}(k))$ et $B = f(\text{DOT}_{\text{dop}}(k))$, où f représente la fonction de filtrage :

$$15 \quad T = \frac{\pi N / 2}{\operatorname{arctg} \frac{A}{B}} \quad (11)$$

Un générateur recevant T délivre les composantes C_c et C_s définies par (8) et (9).

La figure 7 illustre un mode particulier de 20 réalisation du circuit d'estimation. Ce circuit comprend deux amplificateurs 10, 11 de gain $(1 - \alpha)$, deux multiplicateurs 12, 13 dont la sortie est rebouclée sur une deuxième entrée par un amplificateur 14, 15 à travers une ligne à retard 16, 17. Le circuit 25 se complète par des moyens pour appliquer la relation (11), à savoir un diviseur 20, un circuit 22 de calcul de l'arctangente, un circuit 24 qui calcule l'inverse

de l'arctangente et un amplificateur 26 de gain $\pi N/2$ qui délivre la quantité T. Un générateur 30 recevant T délivre les composantes Cc et Cs définies par (8) et (9).

5 Ayant décrit les moyens d'obtention des deux composantes Cc et Cs du signal de correction, on va décrire maintenant comment on corrige en conséquence les signaux reçus. Cette correction traite les signaux véhiculant les informations transmises et non plus le
10 préambule.

De manière générale, les signaux de corrélation CORR(I) et CORR(Q) des voies en phase et en quadrature peuvent être considérées comme les composantes réelles et imaginaires d'un signal complexe $\text{CORR}(I) + j\text{CORR}(Q)$.
15 L'effet Doppler change la phase de ce signal (autrement dit, fait tourner le vecteur le représentant) d'une quantité $e^{j(\pi x/2T)}$. Le signal obtenu est le signal affecté d'effet Doppler. Ses composantes sont $\text{CORR}_{\text{dop}}(I)$ et $\text{CORR}_{\text{dop}}(Q)$. On peut donc écrire :

20

$$\text{CORR}_{\text{dop}}(I) + j\text{CORR}_{\text{dop}}(Q) = [\text{CORR}(I) + j\text{CORR}(Q)]e^{j(\pi x/2T)} \quad (12)$$

Inversement, on peut exprimer les composantes débarrassées de l'effet Doppler par rapport aux
25 composantes entachées d'effet Doppler par :

$$\text{CORR}(I) + j\text{CORR}(Q) = [\text{CORR}_{\text{dop}}(I) + j\text{CORR}_{\text{dop}}(Q)]e^{-j(\pi x/2T)} \quad (13)$$

En développant le second membre de cette équation
30 et en identifiant les termes réels et imaginaires, on trouve :

$$\begin{cases} \text{CORR}(I) = \text{CORR}_{\text{dop}}(I) \cdot \cos(\pi x/2T) + \text{CORR}_{\text{dop}}(Q) \cdot \sin(\pi x/2T) \quad (14) \\ \text{CORR}(Q) = \text{CORR}_{\text{dop}}(Q) \cdot \cos(\pi x/2T) - \text{CORR}_{\text{dop}}(I) \cdot \sin(\pi x/2T) \quad (15) \end{cases}$$

On peut établir les mêmes relations avec les signaux I et Q soit :

5

$$[I + jQ] = [I_{\text{dop}} + jQ_{\text{dop}}] e^{-j(\pi x/2T)} \quad (16)$$

soit :

10

$$I = I_{\text{dop}} \cdot \cos(\pi x/2T) + Q_{\text{dop}} \cdot \sin(\pi x/2T) \quad (17)$$

$$Q = Q_{\text{dop}} \cdot \cos(\pi x/2T) - I_{\text{dop}} \cdot \sin(\pi x/2T) \quad (18)$$

15

Le circuit de correction doit donc comprendre des multiplieurs pour multiplier les signaux à corriger par les deux composantes du signal de correction et des additionneurs pour faire la somme des produits obtenus. La figure 8 montre un exemple d'un tel circuit. Tel que représenté, il comprend deux multiplieurs 41 et 42 recevant respectivement I_{dop} ou $\text{CORR}_{\text{dop}}(I)$ et $\cos(\pi x/2T)$ pour le premier et Q_{dop} ou $\text{CORR}_{\text{dop}}(Q)$ et $\sin(\pi x/2T)$ pour le second, et un additionneur 43 relié aux deux multiplieurs pour délivrer le signal de la première voie corrigé de l'effet Doppler, c'est-à-dire I ou $\text{CORR}(I)$. De manière similaire, le circuit comprend encore deux moltiplicateurs 51 et 52 recevant respectivement Q_{dop} ou $\text{CORR}_{\text{dop}}(Q)$ et $\cos(\pi x/2T)$ pour le premier et I_{dop} ou $\text{CORR}_{\text{dop}}(I)$ et $\sin(\pi x/2T)$ pour le second et un additionneur 53 avec une entrée inverseuse (autrement dit un soustracteur), l'entrée inverseuse étant reliée au moltiplicateur 52 et l'autre au moltiplicateur 51. Cet additionneur 53 délivre le

signal de la seconde voie corrigé de l'effet Doppler, c'est-à-dire Q ou CORR(Q).

Les figures 9A, 9B et 10A, 10C, d'une part, ainsi que 11A, 11B et 12A, 12B, d'autre part, illustrent la 5 correction qui vient d'être décrite.

Sur la figure 9A, tout d'abord, on voit un signal de corrélation de la voie I avant correction et affecté d'un effet Doppler. Sur la figure 9B, cet effet a été corrigé.

10 Sur les figures 10A et 10B, on voit les mêmes signaux avant et après correction, mais sur la voie Q.

Les figures 11A, 11B et 12A12B montrent les mêmes signaux, mais en présence d'un bruit tel que le rapport signal sur bruit est de 5 dB.

15 L'invention n'est pas limitée au cas où l'on corrige à la fois la voie I et la voie Q. On peut fort bien corriger l'une ou l'autre de ces voies. Le circuit de correction mettra alors en oeuvre la partie des moyens permettant de calculer les expression (18) ou 20 (19).

L'invention, qui vient d'être décrite, s'applique à tout type de récepteur de signaux à étalement de spectre par séquence pseudo-aléatoire. Elle peut s'appliquer, en particulier, aux transmissions dites à 25 accès multiple à répartition par les codes (AMRC) (en anglais CDMA pour « Code Division Multiple Access »). Dans ces transmissions, plusieurs utilisateurs partagent un même canal grâce à des séquences pseudo-aléatoires différentes. Le récepteur comprend alors autant de voies en parallèle que d'utilisateurs. Dans un mode particulier de mise en oeuvre, un tel récepteur AMRC peut comprendre des moyens de suppression parallèle des interférences entre

utilisateurs avec des moyens de pondération. Un tel récepteur est décrit dans une demande de brevet français déposée par le présent Demandeur le 24 mars 1998, sous le numéro 98 03586.

5 La figure 13 illustre schématiquement un tel récepteur. Tel que représenté, il comprend une entrée générale E, recevant un signal composite $R(t)$, K voies en parallèle V_1, V_2, \dots, V_K , où K est le nombre maximum d'utilisateurs, chaque voie délivrant un signal $R_1(t), R_2(t), \dots, R_K(t)$ propre à chaque utilisateur, un circuit SPIP de suppression parallèle d'interférences à pondération et K circuits de décision D_1, D_2, \dots, D_K délivrant les données d_1, d_2, \dots, d_K propres à chacun des utilisateurs.

10 15 La figure 14, enfin, permet de comparer les performances d'un procédé de réception selon l'invention avec des procédés classiques. Cette figure 13 montre les variations du taux d'erreurs de bits (TEB) en fonction du rapport signal/bruit RSB. La 20 figure 13 se place dans l'hypothèse de $K = 5$ utilisateurs avec $N = 63$. L'effet Doppler a été simulé par un écart par rapport à la porteuse de l'oscillateur local.

25 La courbe 50 se réfère à un procédé classique à un étage, sans suppression d'interférences. Les courbes 51 et 52 se rapportent à ce même procédé, mais avec deux effets Doppler différents, le premier avec un écart relatif de 10^{-6} à 2,45 GHz et la seconde avec un écart relatif de 10^{-5} .

30 La courbe 60 se réfère à un procédé à suppression parallèle d'interférences à un seul étage de suppression parallèle d'interférences et les courbes

61, 62 au même procédé, mais avec les écarts de 10^{-6} et 10^{-5} .

La courbe 70 se réfère à un procédé à deux étages de suppression parallèle d'interférences avec les 5 courbes associées 71, 72 pour les écarts à 10^{-6} et 10^{-5} .

Enfin, la courbe 80 marque la limite théorique de la technique à modulation différentielle de phase (DQPSK).

REVENDICATIONS

1. Procédé de réception de signaux à étalement de spectre avec correction de décalage en fréquence, dans 5 lequel :

- on reçoit un signal comprenant un préambule formé d'une suite de symboles connus étalés en fréquence par une séquence pseudo-aléatoire, puis une suite de symboles d'information étalés en fréquence par ladite séquence pseudo-aléatoire,
- on forme un signal en bande de base à partir du signal reçu,
- on effectue une corrélation entre le signal en bande de base et la séquence pseudo-aléatoire au moins dans la partie du signal correspondant aux symboles d'information pour obtenir un signal de corrélation,
- on effectue une démodulation du signal de corrélation pour obtenir un signal de démodulation,
- on restitue les symboles d'information,

procédé dans lequel la correction de décalage en fréquence comprend les étapes suivantes :

- 25 a.dans une première étape, on traite le signal de corrélation dans la partie correspondant au préambule, pour estimer la période de la modulation affectant ce signal en raison du décalage en fréquence et on élabore un signal correcteur ayant cette période estimée (T),
- 30 b.dans une seconde étape, on corrige le signal avant ou après corrélation dans la partie

correspondant aux symboles d'information, à l'aide dudit signal correcteur,
ce procédé étant caractérisé en ce que :

- 5 • on divise le signal en bande de base en deux composantes, une première composante (I) et une seconde composante (Q) en quadrature avec la première et on effectue une corrélation sur chacune de ces composantes pour obtenir deux composantes de corrélation CORR(I) et CORR (Q),
- 10 • on calcule un signal DOT qui est la somme de deux produits directs d'échantillons successifs des composantes de corrélation, et un signal CROSS qui est la différence de deux produits croisés d'échantillons successifs des composantes de corrélation,
- 15 • pour estimer la période (T) de la modulation, on calcule le rapport entre un signal CROSS et un signal DOT à chaque période symbole, on calcule l'arc dont la tangente est égale à ce rapport, on calcule l'inverse de cet arc et on multiplie par $\pi N/2$.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, on filtre au préalable les signaux CROSS et DOT par un filtrage passe bas.

3. Procédé selon les revendications 1 ou 2, dans lequel, pour former le signal de correction, on forme une première composante (Cc) égale à $\cos(\pi x/2T)$ et une seconde composante (Cs) égale à $\sin(\pi x/2T)$, où x est une unité de temps égale à kN , k est un nombre prenant toutes les valeurs entières successives et N le nombre

d'éléments de la séquence pseudo-aléatoire, et où T est la période de modulation.

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel
5 on corrige les signaux en bande de base de la première et/ou de la seconde voies, soit I_{dop} et Q_{dop} , en calculant une première quantité égale :

$$I_{dop} \cdot \cos(\pi x/2T) + Q_{dop} \cdot \sin(\pi x/2T),$$

10

ce qui donne un signal I propre à la première voie corrigé du décalage en fréquence et/ou en calculant une seconde quantité égale à :

$$15 \quad Q_{dop} \cdot \cos(\pi x/2T) - I_{dop} \cdot \sin(\pi x/2T),$$

ce qui donne un signal (Q) propre à la seconde voie corrigée du décalage en fréquence.

20 5. Procédé selon la revendication 3, dans lequel on corrige les signaux de corrélation de la première et/ou de la seconde voies, soit $CORR_{dop}(I)$ et $CORR_{dop}(Q)$ en calculant une première quantité égale à :

$$25 \quad CORR_{dop}(I) \cdot \cos(\pi x/2T) + CORR_{dop}(Q) \cdot \sin(\pi x/2T),$$

ce qui donne un signal de corrélation $CORR(I)$ propre à la première voie corrigé du décalage en fréquence et/ou en calculant une seconde quantité égale à :

30

$$CORR_{dop}(Q) \cdot \cos(\pi x/2T) - CORR_{dop}(I) \cdot \sin(\pi x/2T),$$

ce qui donne un signal de corrélation CORR(Q) propre à la seconde voie corrigé du décalage en fréquence.

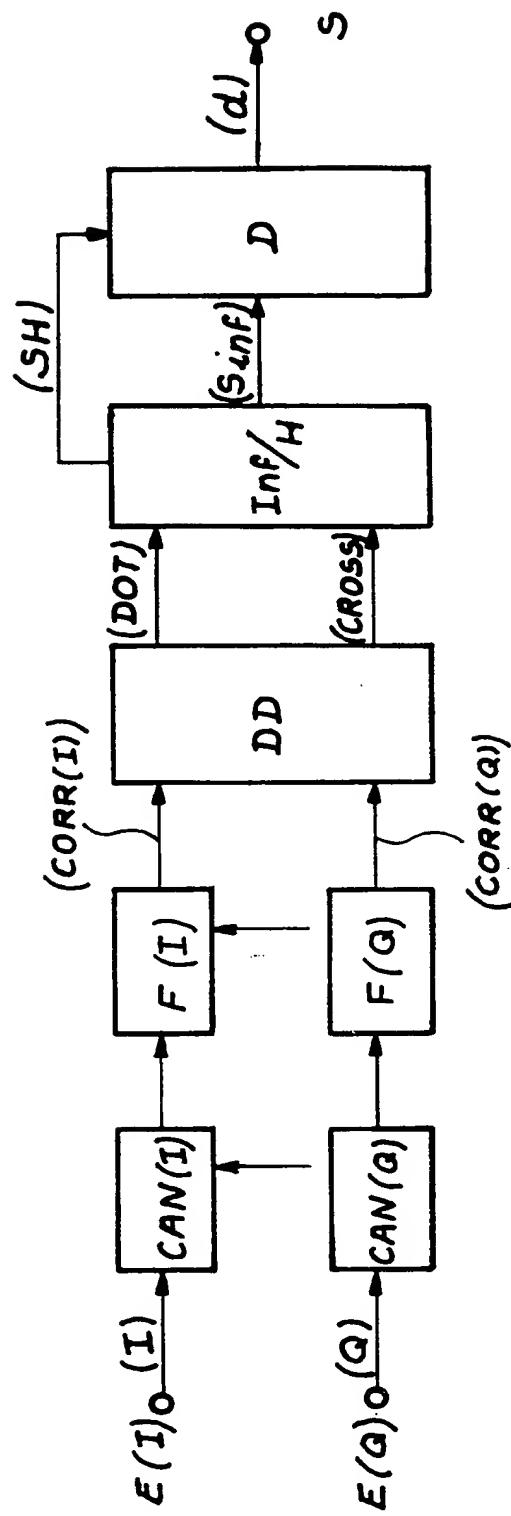


FIG. 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 2

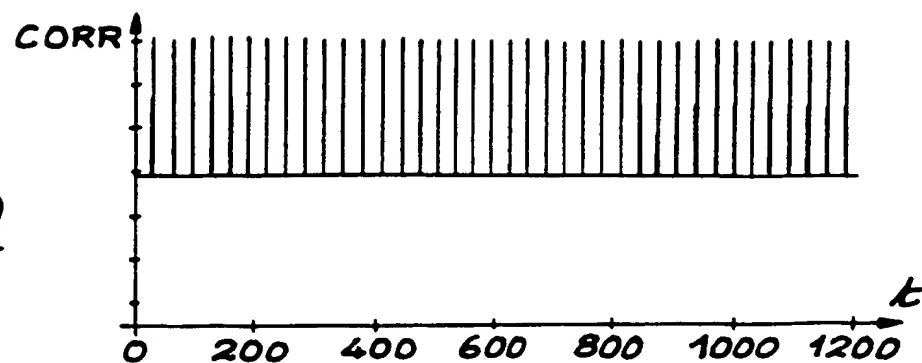


FIG. 3

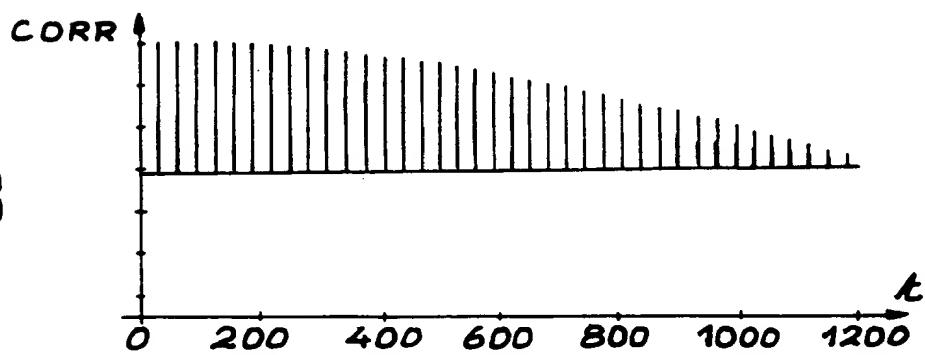


FIG. 4

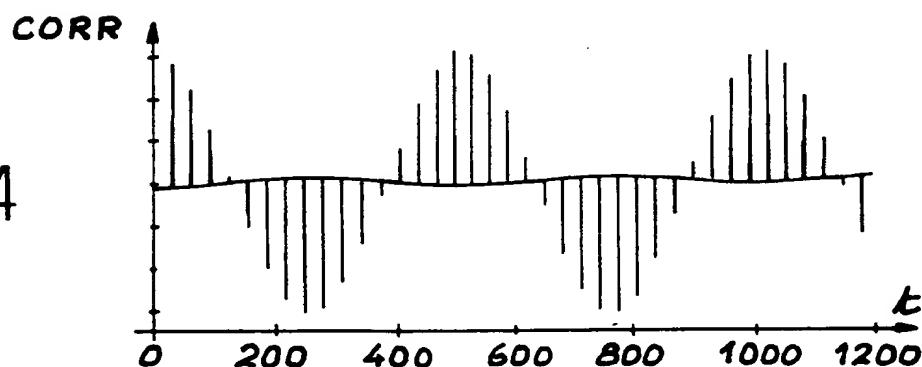
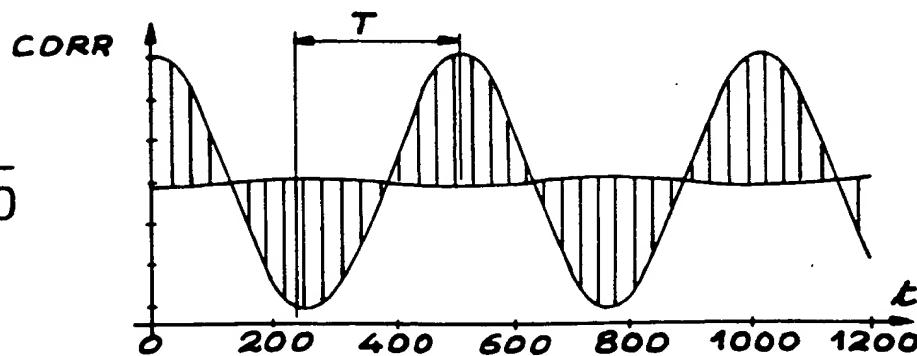


FIG. 5



THIS PAGE BLANK (USPTO)

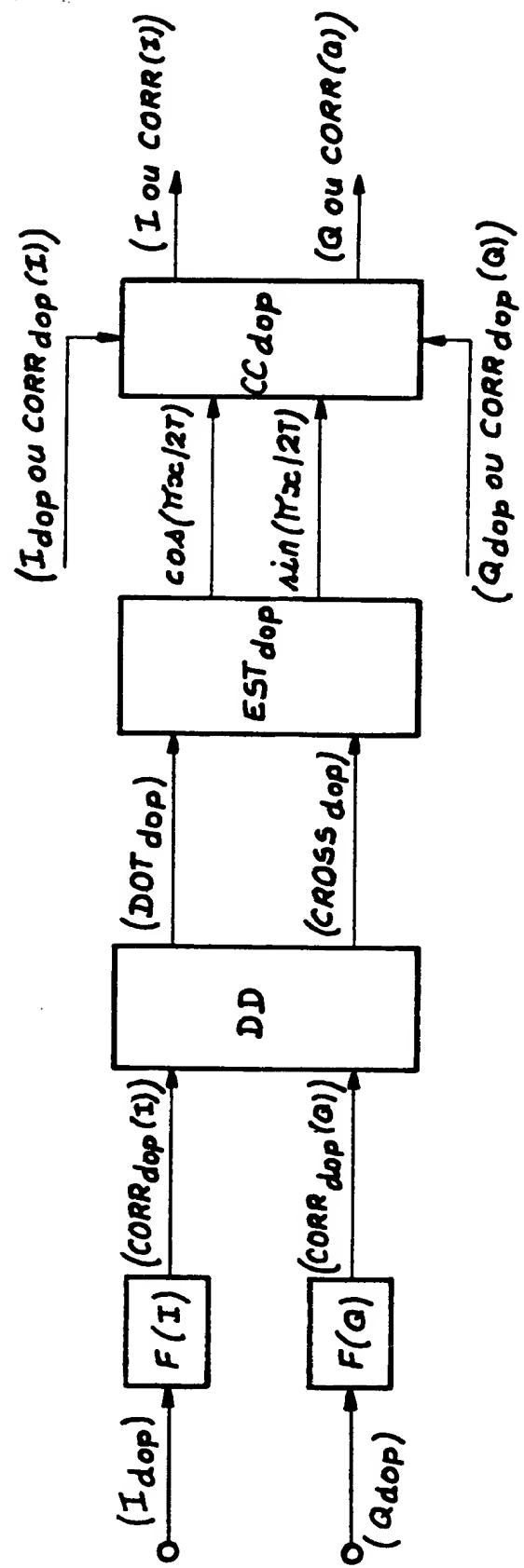


FIG. 6

THIS PAGE BLANK (USPTO)

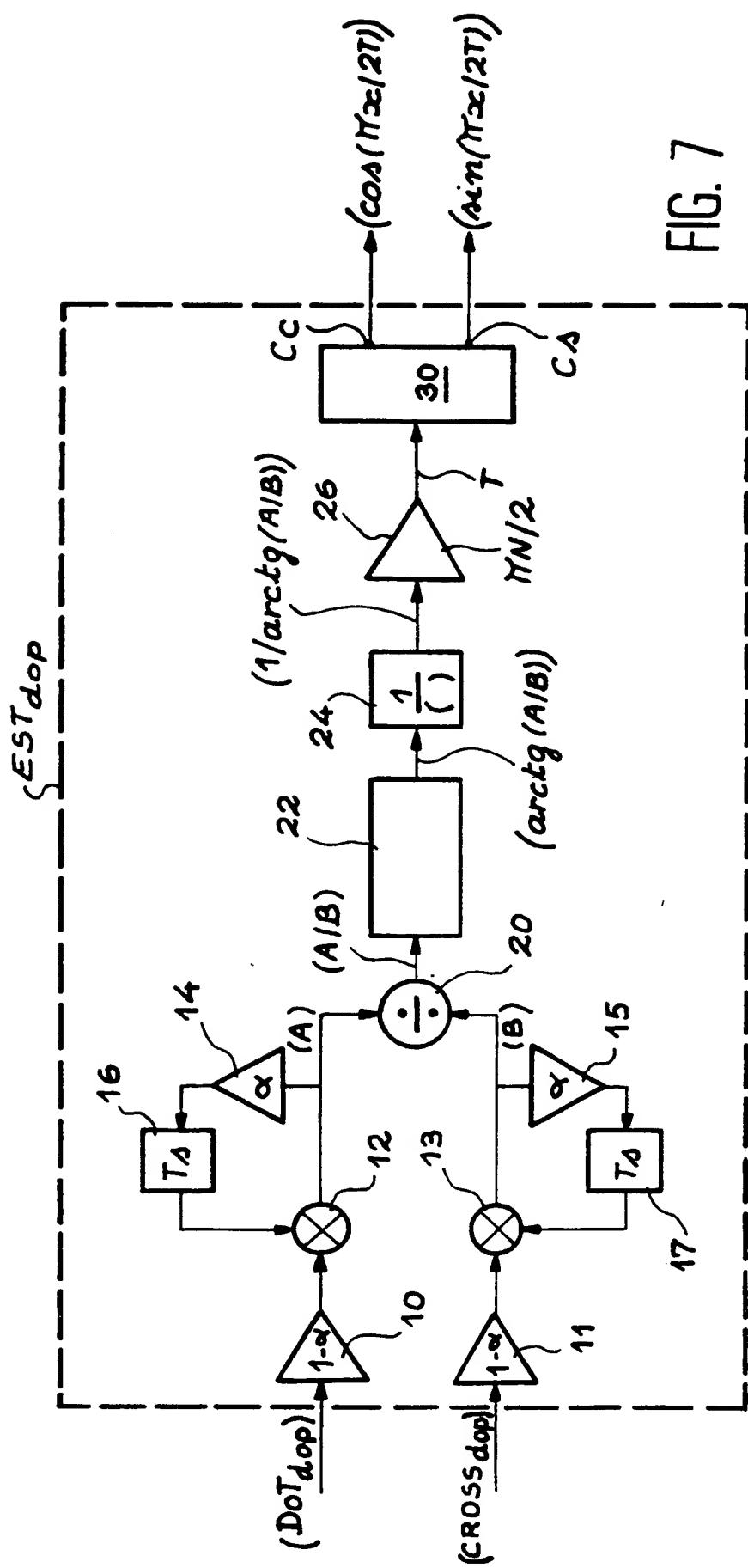


FIG. 7

THIS PAGE BLANK (USPTO)

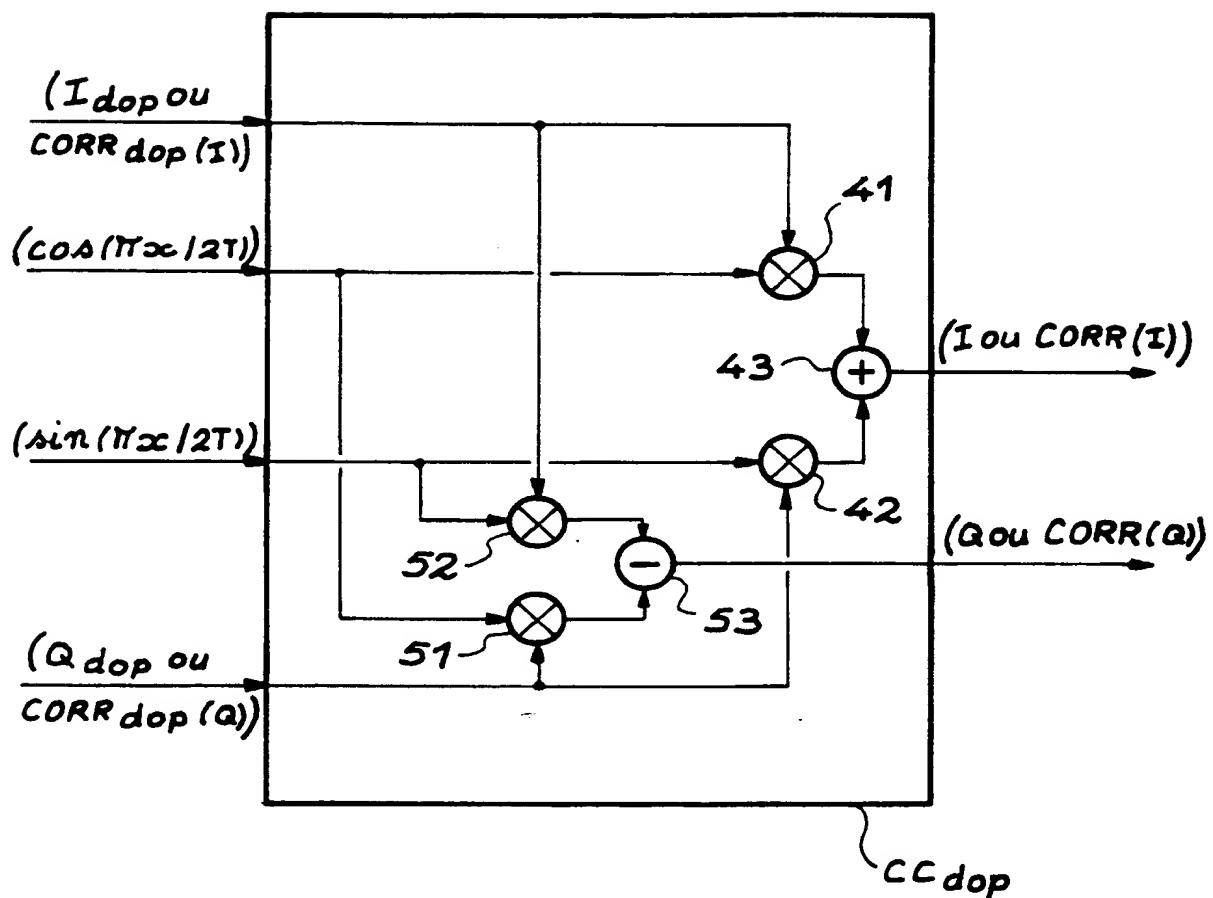
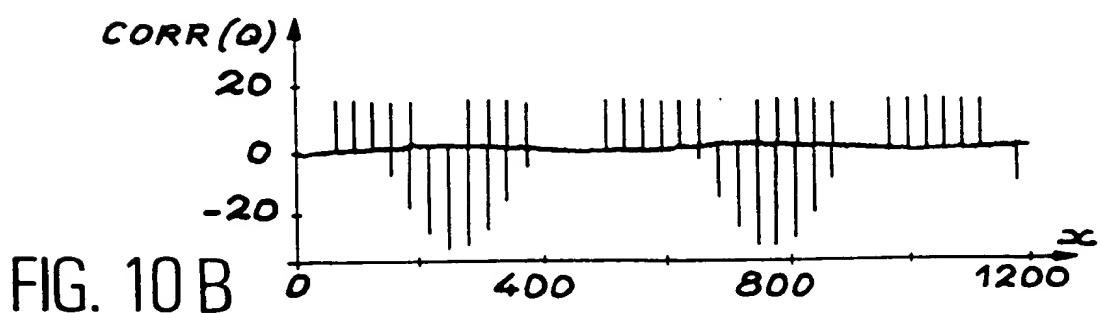
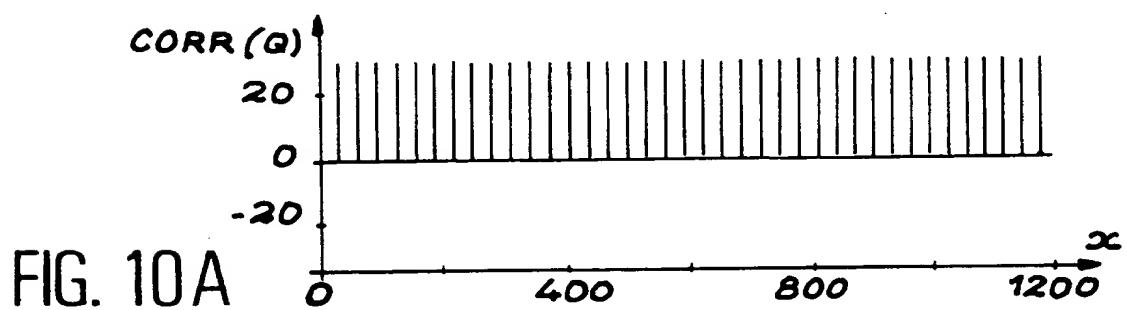
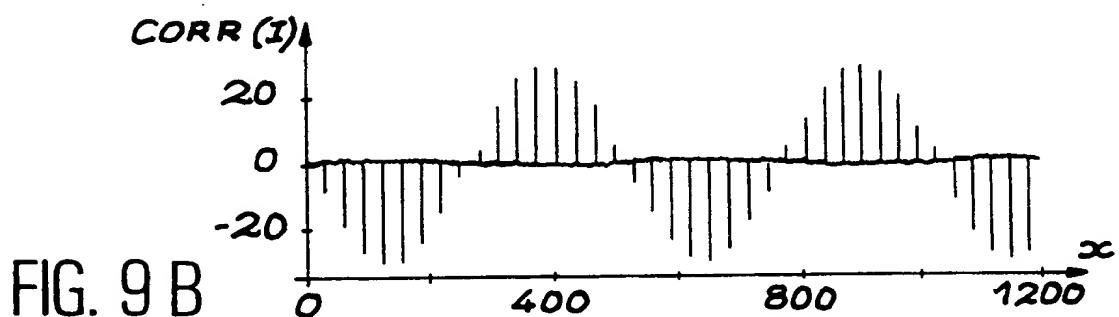
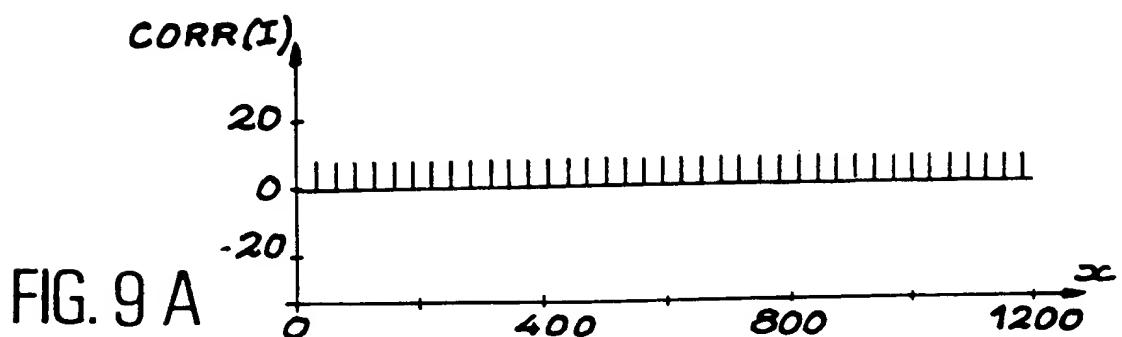
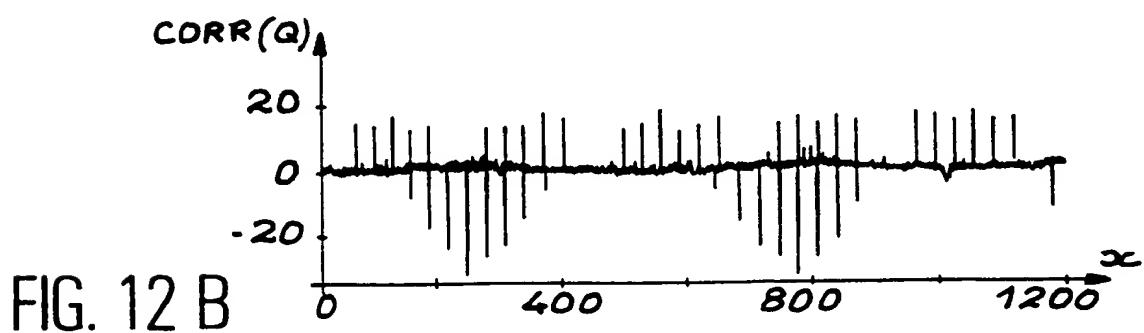
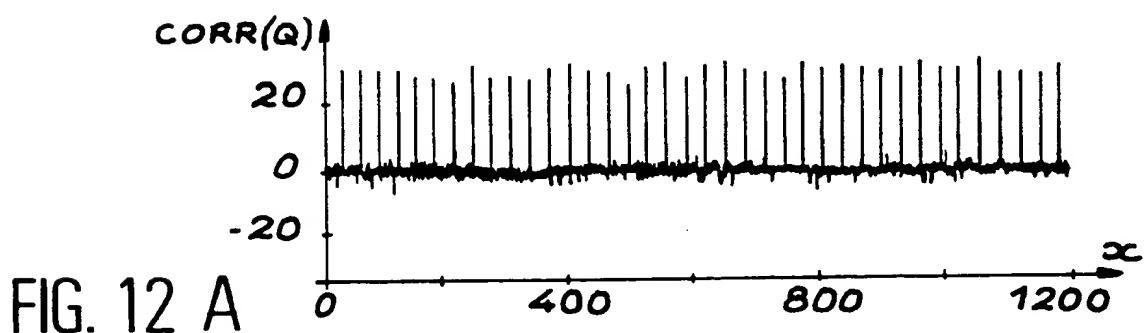
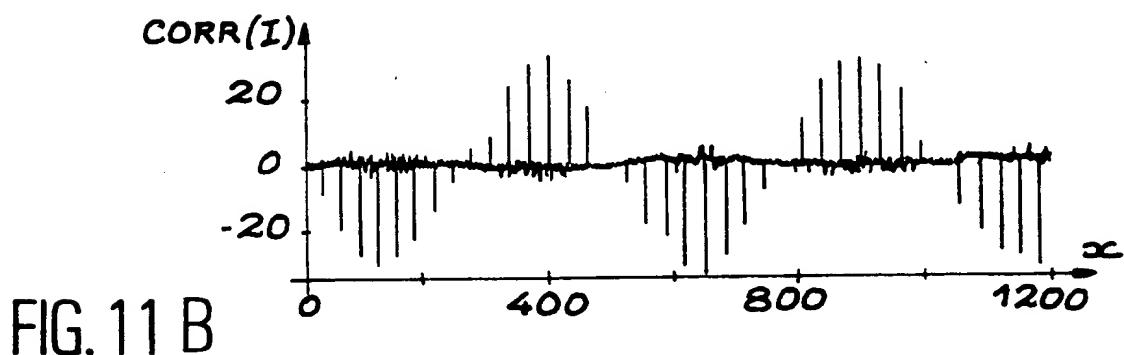
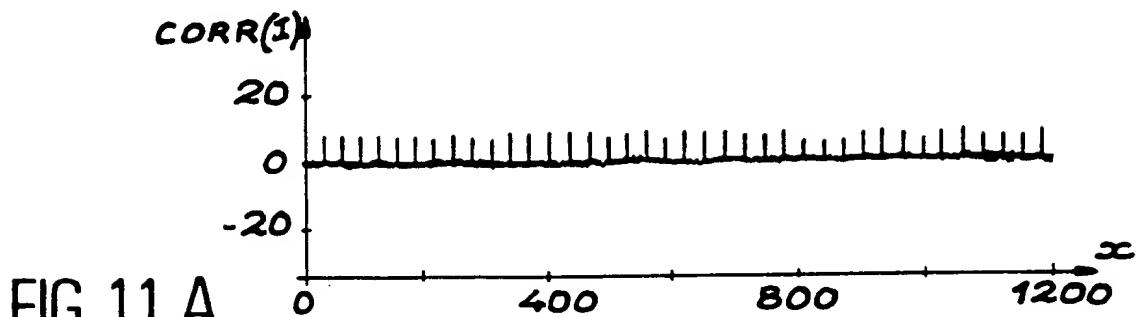


FIG. 8

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

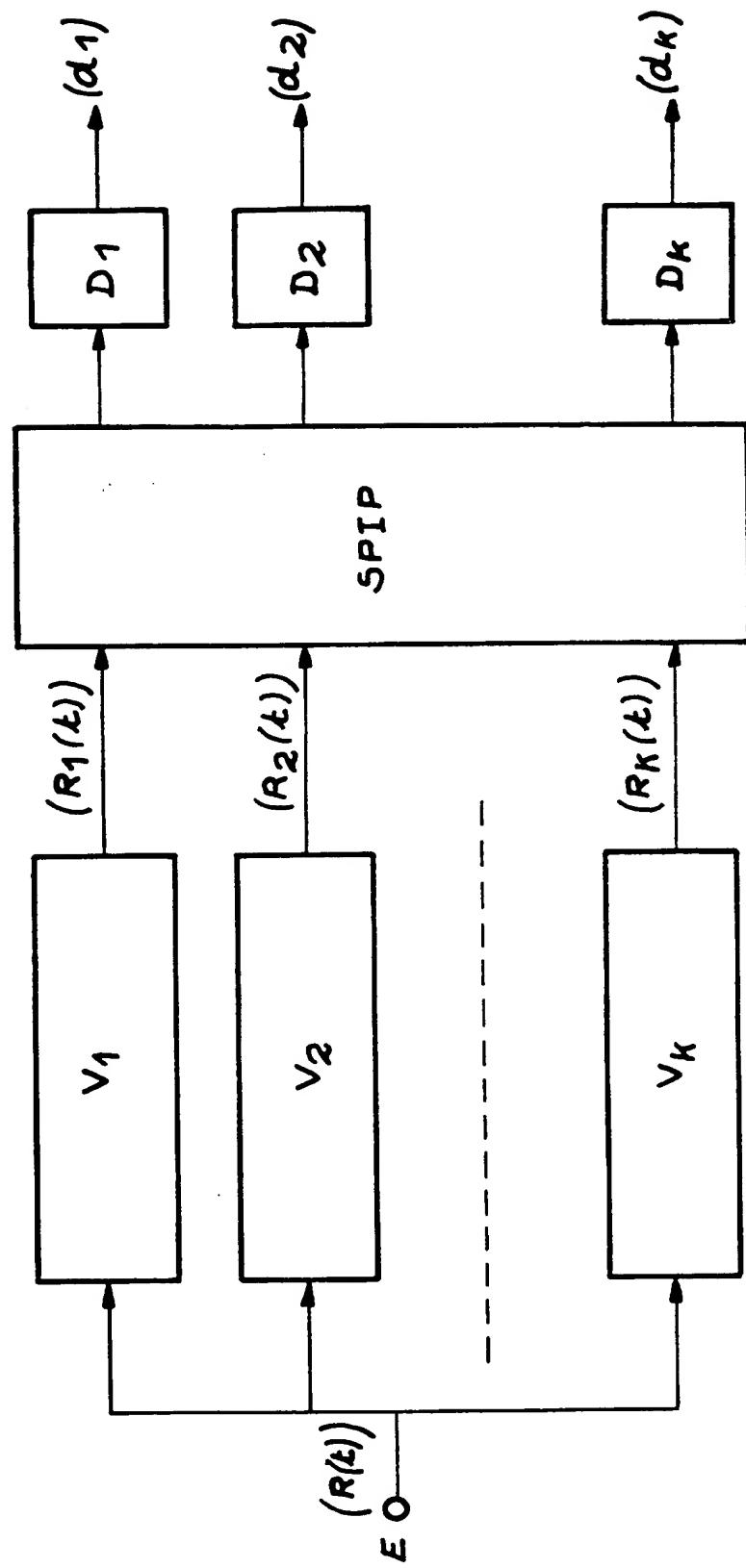


FIG. 13

THIS PAGE BLANK (USPTO)

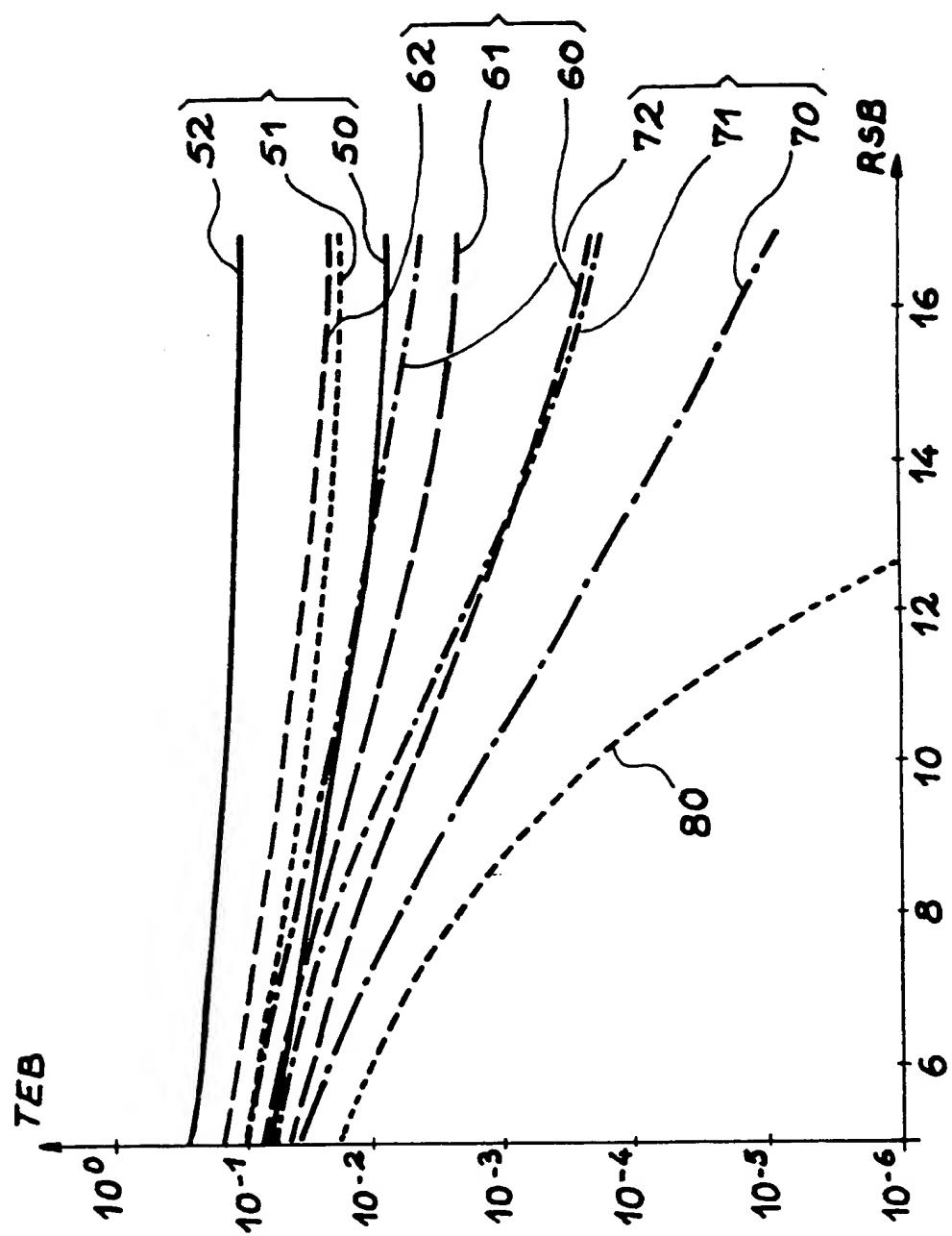


FIG. 14

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte. onal Application No

PCT/FR 99/03220

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04B1/707 H04L27/233

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04B H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 822 668 A (MATSUSHITA) 4 February 1998 (1998-02-04) page 3, column 3, line 40 -page 5, column 7, line 59; figures ---	1-5
A	US 5 799 034 A (WALLY ET AL.) 25 August 1998 (1998-08-25) column 2, line 61 -column 7, line 55; figures ---	1
A	WO 96 22661 A (QUALCOMM) 25 July 1996 (1996-07-25) page 10, line 9 -page 41, line 29; figures ---	1
A	US 5 271 034 A (ABAUNZA) 14 December 1993 (1993-12-14) column 5, line 46 -column 15, line 8; figures -----	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

' Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

9 February 2000

17/02/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Geoghegan, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 99/03220

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 822668	A 04-02-1998	JP 10051355 A CN 1176542 A		20-02-1998 18-03-1998
US 5799034	A 25-08-1998	NONE		
WO 9622661	A 25-07-1996	US 5691974 A AU 707314 B AU 5849996 A BR 9606877 A CA 2209524 A EP 0801870 A JP 10512414 T		25-11-1997 08-07-1999 07-08-1996 26-05-1998 25-07-1996 22-10-1997 24-11-1998
US 5271034	A 14-12-1993	NONE		

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE REVETS

PCT

PT

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire B 13159.3 RS	POUR SUITE voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après A DONNER	
Demande internationale n° PCT/FR 99/ 03220	Date du dépôt international (jour/mois/année) 21/12/1999	(Date de priorité (la plus ancienne) (jour/mois/année) 23/12/1998
Déposant COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE et al.		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 3 feuillets.

Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

1. **Base du rapport**

a. En ce qui concerne la **langue**, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.

la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administration.

b. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :

contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.

déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.

remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.

remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.

La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne vas pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.

La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (voir le cadre I).

3. Il y a absence d'unité de l'invention (voir le cadre II).

4. En ce qui concerne le **titre**,

le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.

Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

5. En ce qui concerne l'**abrégé**,

le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant

le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

6. La figure **des dessins** à publier avec l'abrégé est la Figure n°

suggérée par le déposant.

parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.

parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

6

Aucune des figures n'est à publier.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Den 22.02.2000 Internationale No.

PCT/FR 99/03220

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H04B1/707 H04L27/233

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H04B H04L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Categorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 822 668 A (MATSUSHITA) 4 février 1998 (1998-02-04) page 3, colonne 3, ligne 40 -page 5, colonne 7, ligne 59; figures ---	1-5
A	US 5 799 034 A (WALLY ET AL.) 25 août 1998 (1998-08-25) colonne 2, ligne 61 -colonne 7, ligne 55; figures ---	1
A	WO 96 22661 A (QUALCOMM) 25 juillet 1996 (1996-07-25) page 10, ligne 9 -page 41, ligne 29; figures ---	1

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telles qu'indiquées)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

9 février 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

17/02/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office European des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 MV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Geoghegan, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Dem. : Internationale No
PCT/FR 99/03220

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Categorie	Identification des documents cites, avec le cas echeant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visees
A	US 5 271 034 A (ABAUNZA) 14 décembre 1993 (1993-12-14) colonne 5, ligne 46 -colonne 15, ligne 8: figures -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Der. e Internationale No

PCT/FR 99/03220

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)			Date de publication
EP 822668	A 04-02-1998	JP 10051355 A			20-02-1998
		CN 1176542 A			18-03-1998
US 5799034	A 25-08-1998	AUCUN			
WO 9622661	A 25-07-1996	US 5691974 A			25-11-1997
		AU 707314 B			08-07-1999
		AU 5849996 A			07-08-1996
		BR 9606877 A			26-05-1998
		CA 2209524 A			25-07-1996
		EP 0801870 A			22-10-1997
		JP 10512414 T			24-11-1998
US 5271034	A 14-12-1993	AUCUN			

THIS PAGE BLANK (USPTO)